

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 1)

(11) 特許番号

特許第3088102号
(P3088102)

(45) 発行日 平成12年9月18日(2000.9.18)

(24) 登録日 平成12年7月14日(2000.7.14)

(51) Int.Cl.

識別記号

P 1

H 0 1 J 9/02

H 0 1 J 9/02

E

請求項の数14(全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平11-120206

(22) 出願日 平成11年4月27日(1999.4.27)

審査請求日 平成11年6月8日(1999.6.8)

(31) 優先権主張番号 特願平10-122533

(32) 優先日 平成10年5月1日(1998.5.1)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-47121

(32) 優先日 平成11年2月24日(1999.2.24)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-48195

(32) 優先日 平成11年2月25日(1999.2.25)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(73) 特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 藤井 明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

(72) 発明者 安藤 祥一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

(72) 発明者 岸 文夫

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

(74) 代理人 100065385

弁理士 山下 義平

審査官 波多江 達

続表頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子源及び画像形成装置の製造方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に配置された複数のX方向配線と、前記X方向配線と交差する複数のY方向配線と、前記X方向配線とY方向配線とを電気的に接続する絶縁層と、前記X方向配線とY方向配線とに電気的に接続され、それぞれに間隙を有する複数の導電性膜とから構成される電子源の製造方法であって、前記複数のX方向配線と前記複数のY方向配線とに接続する複数の導電性膜を配置する導電性膜配置ステップと、

前記複数のX方向配線を、各々のグループが複数のX方向配線から構成されるように、複数のグループに分け、前記各々のグループを構成するそれぞれの配線間に、他のグループを構成するX方向配線が存在するようにし、1つのグループを構成するすべてのX方向配線に同時に

2

電圧を印加する工程を、順次別のグループに施すことにより、前記複数の導電性膜のそれぞれに間隙を形成する導電フォーミングステップとを含み、前記導電フォーミングステップにおいて、一つのグループを構成するX方向配線と、前記一つのグループに続いて電圧が印加される別のグループを構成するX方向配線との間に、他の別のグループを構成するX方向配線が存在するようにすることを特徴とする電子源の製造方法。

10 【請求項2】 1つのグループに対して行われる前記電圧の印加は、予め決められたインターバルを置いて複数回行われることを特徴とする請求項1記載の電子源の製造方法。

【請求項3】 前記電圧の印加は、前記一つのグループに前記電圧を印加する期間が終了した後で、引き続く

て、前記別のグループに前記電圧を印加する期間を開始することを特徴とする請求項1、2のいずれか一つに記載された電子源の製造方法。

【請求項4】 1つのグループに対する電圧印加のインターバル中に、残るその他のグループへの上記電圧印加が行われることを特徴とする請求項1、2のいずれか一つに記載された電子源の製造方法。

【請求項5】 前記印加される電圧の値が、少なくとも2種類の電圧値であることを特徴とする請求項2記載の電子源の製造方法。

【請求項6】 前記電圧値が、漸増することを特徴とする請求項5記載の電子源の製造方法。

【請求項7】 前記印加される電圧の値が、一定であることを特徴とする請求項2記載の電子源の製造方法。

【請求項8】 前記導電性膜は、酸化物からなり、前記フォージングステップは、前記酸化物を還元する気体を前記導電性膜に接触させた状態で行われることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一つに記載された電子源の製造方法。

【請求項9】 前記還元する気体が、水素を含むことを特徴とする請求項8記載の電子源の製造方法。

【請求項10】 前記前記近傍に、有機物を含むガスを接触させた状態で、前記各導電性膜に電圧を印加することによって、前記前記近傍の導電性膜上に炭素膜を形成する活性化ステップを有することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか一つに記載された電子源の製造方法。

【請求項11】 前記活性化工程において、前記導電性膜に印加される電圧は極性の電圧であることを特徴とする請求項10記載の電子源の製造方法。

【請求項12】 電子源と、前記電子源に対向して配置された画像形成部材を有する基板とから構成される画像形成装置の製造方法であって、

請求項1乃至11のいずれか一つに記載された電子源の製造方法を用いて前記電子源を製造することを特徴とする画像形成装置の製造方法。

【請求項13】 基板上に配置された複数のX方向配線と、前記X方向配線と交差する複数のY方向配線と、前記X方向配線とY方向配線とを電気的に絶縁する絶縁層と、前記X方向配線とY方向配線とに電気的に接続され、それぞれに間隙を有する複数の導電性膜とから構成される電子源の製造装置であって、前記X方向配線に印加する導電フォーミング電圧を発生する導電フォーミング電圧発生手段と、
複数のX方向配線を選択して前記導電フォーミング電圧発生手段に接続し、続いて、前記選択したX方向配線とは別の複数のX方向配線を選択して前記導電フォーミング電圧発生手段に接続する配線切替手段とを備え、
前記配線切替手段は、前記選択した複数のX方向配線と前記選択した別の複数のX方向配線同士は隣り合うことがないように選択を行うことを特徴とする電子源の製造

装置。

【請求項14】 基板上に配置された複数のX方向配線と、前記X方向配線と交差する複数のY方向配線と、前記X方向配線とY方向配線とを電気的に絶縁する絶縁層と、前記X方向配線とY方向配線とに電気的に接続され、それぞれに間隙を有する複数の導電性膜とから構成される電子源と、前記電子源に対抗して配置された画像形成部材とを備えた画像形成装置の製造装置であって、前記X方向配線に印加する導電フォーミング電圧を発生する導電フォーミング電圧発生手段と、

複数のX方向配線を選択して前記導電フォーミング電圧発生手段に接続し、続いて、前記選択したX方向配線とは別の複数のX方向配線を選択して前記導電フォーミング電圧発生手段に接続する配線切替手段とを備え、
前記配線切替手段は、前記選択した複数のX方向配線と前記選択した別の複数のX方向配線同士は隣り合うことがないように選択を行うことを特徴とする画像形成装置の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、電子源の製造方法及びその電子源を用いた画像形成装置の製造方法、並びにフォーミング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子放出素子として熱陰極素子と冷陰極素子の2種類が知られている。このうち冷陰極素子では、たとえば電界放出(FE)型や、金属/絶縁層/金属(MIM)型や、表面伝導素子等が知られている。

【0003】FE型の例としては、W. P. Dyke & W. W. Dolan "Field emission", Advanced in Electron Physics, 8, 89 (1956)や、C. A. Spindt "Physical Properties of thin film field emission cathodes with molybdenum cones", J. Appl. Phys., 47, 5248 (1976)等が知られている。
【0004】又、MIM型の例としては、C. C. A. Mead "Operation of tunnel emission Devices", J. Appl. Phys., 32, 646 (1961)等が知られている。

【0005】又、表面伝導型電子放出素子としては、たとえば特開平7-235255号公報に構造、製造方法の一例が開示されている。また、同公報には表面伝導型電子放出素子を基板上に多数配置した電子源及びこれを用いた画像形成装置の例も開示されている。

【0006】図10は、上記特開平7-235255号公報に開示された表面伝導型電子放出素子の構造を示す模式図(平面図)である。1は基板を示す、1つの素子

電極2、3が基板上に対向して配置されており、導電性膜4が該素子電極の両方に接続されるように配置される。上記導電性膜には電子放出部が形成されている。なお、図では電子放出部5は素子電極の間の中央付近にまっすぐに描かれているが、実際には屈曲したり、一方の素子電極のすぐ側に形成されている場合もある。

【0007】上記特開平7-235255号公報には更に、表面伝導型電子放出素子の詳細な構造も開示されている。

【0008】図11にその断面を模式的に示す。導電性膜4の一部には間隙があり、その間隙付近に炭素を主成分とする膜6が配されている。図に示すように、炭素を主成分とする膜6は、少なくとも導電性膜4の間隙の内側にも配されている。導電性膜4の一部に配された間隙は、素子電極2、3の間に電圧を印加して導電性膜4に電流を流すことによって形成される。このように電流を流して導電性膜4の間隙を形成する処理を通電フォーミング。又は単にフォーミングと呼ぶ。フォーミング処理においてパルス電圧を印加することも上記特開平7-235255号公報に開示されている。更には、水素などの還元性を有するガスを含む雰囲気下で、金属酸化物よりなる導電性膜にフォーミング処理を施すことにより、フォーミングに要する電力が低減でき、上記目的を更に効果的に達成しうることが、特開平6-12997号公報や特開平9-298029号公報に開示されている。

【0009】又、上記の炭素を主成分とする膜6を形成する処理を通電活性化、又は単に活性化と呼ぶ。この活性化処理は、フォーミング処理を施した電子放出素子を、有機物質のガスを含む雰囲気中に設置して、一対の素子電極間にパルス電圧を繰り返し印加することにより実行される。活性化処理を複数の電子放出素子に施す方法は、特開平9-73859号公報や特開平9-13466号公報に開示されている。

【0010】上記の電子放出素子を基板上に多数配置して、図12に模式的に示す様にマトリクス状の配線に接続して形成した電子源が、本出願人により提案されている。上記説明の中で引用した本出願人により出願された特許公報においても、この構造の電子源が開示されている。図で横方向に延びた配線12をX方向配線又は行方向配線、縦方向に延びた配線13をY方向配線または列方向配線、と呼ぶことにする。X方向配線とY方向配線との交差部には両者を電気的に絶縁するために、図示しない層間絶縁層が設けられている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このようなマトリクス状の電子源にフォーミング処理を施す場合、たとえば、X方向配線にパルス電圧を印加し、Y方向配線はまとめてグラウンドに接続することも考えられるが、製造時間の観点のみからは、すべての導電性膜に同時にフォーミング処理を施すことができれば理想的である。しかし、こ

れらの方法を取ると、配線を流れる電流量が増大する。このため配線での電圧降下の影響が大きくなり、導電性膜4に印加されるフォーミング電圧が下がり、各導電性膜4に形成される間隙の形状が不均一になる場合がある。その結果、素子特性がばらつく。又、最悪の場合は配線を損傷する。又、製造装置の問題として、フォーミング電圧を印加する装置の電流量を大きくする必要があるのである。

【0012】又、基板上の電子放出素子の数が多くなると、上述の方法では、フォーミング処理中の発熱により素子が変形し、最悪の場合には破壊する場合がある。そこで、フォーミングの際は、基板上の電子放出素子を、行方向配線線単位、列方向配線線単位、又は、行方向配線線単位及び列方向配線線単位を複数個組み合わせた単位等いくつかのブロックに分け、フォーミング電圧の印加をブロック単位で切り替えることで、フォーミング工程の時間短縮と発熱量の抑制を図ることが考えられる。しかし、それでも、画像表示装置の大画面化に伴って、基板上の電子放出素子の数が多くなると、通電フォーミング工程において素子が変形し最悪の場合には破壊するという問題がおきる場合がある。

【0013】図20を参照して、以下、基板の変形・破壊の原因についての本発明者の検討結果について説明する。図中、4101は電子源基板であり、その材質はシリコンである。4102は行方向配線(X方向配線)、4103は列方向配線(Y方向配線)であり、図示しない表面伝導型電子放出素子を構成する導電膜層は行方向配線及び列方向配線によってマトリクス状に接続されている。このような構成の電子源基板において表面伝導型電子放出素子を、たとえば隣接する行方向と列方向とを順次切り替えてフォーミング電圧を印加するものとする。

【0014】このようなフォーミング電圧印加方法を取った場合、フォーミング電圧を印加したブロックに、表面伝導型電子放出素子を構成する導電性膜を流れる電流すなわちフォーミング電流に伴う発熱が集中し、基板内に急峻な温度勾配が発生する。図20には、例として、ブロック1にフォーミング電圧を印加した時の基板内の温度分布のグラフを示してある。このように基板内に急峻な温度勾配が発生して熱効力が発生するために、基板の変形・破壊が生じることが判明した。

【0015】この時、1ブロック中の表面伝導型電子放出素子の数を減らしてブロックの数を増やせば、温度上昇は緩和され、基板の変形・破壊が防止されるが、ブロックの切替が複雑になり通電フォーミング工程に要する時間が増大し製造コストを引き上げる点が問題である。【0016】又、温度上昇の問題を回避する別の方法として、特開平7-176265号公報に開示されているように、たとえばX方向配線の内1本を選んで、その配線に接続された導電性膜のフォーミングが終了したら、

別のX方向配線を選択してフォーミング処理を行う、これを繰り返すことによって、すべての導電性膜のフォーミング処理を行うことが考えられる。しかし、このような方法によると、X方向配線の数が増加するの比例して、全導電性膜をフォーミングするのにかかる時間が増大し、生産コストを上昇させる要因となる。

【0017】これに対し、一つのX方向配線にパルス電圧を1パルス印加した後、別のX方向配線を選択して1パルス印加し、また別のX方向配線を選択する、という操作を繰り返して、すべてのX方向配線にパルス電圧を印加した後に、最初のX方向配線にパルス電圧を印加する。そして、この操作を繰り返すことによって、全導電性膜をフォーミング処理することも考えられる。このような電圧印加の方法をスクロールと呼ぶことにする。このようなスクロール方法は、特開平9-298029号公報に開示されている。

【0018】上述したスクロール操作では、フォーミング処理されるそれぞれの素子から見ると、印加されるパルス電圧のデューティが小さくなりパルス幅がパルス間隔で割った値、X方向配線の数の逆数以下となる。すなわち、X方向配線の数が多くなると、上記のデューティがそれに反比例して小さくなる。パルスの波高値が同じであれば、デューティが小さくなると、フォーミング処理による間隙の形成は極めてゆっくりと進行し、処理に要する時間を短縮するという元々の利点が見失われる。更に、還元性ガス中でフォーミング処理を行う場合には、間隙の形成が進行せずに、還元だけが進行するという別の問題が生じる。このようになると、配線を流れる電流が大きくなると配線抵抗による電圧降下が大きくなる。その結果、素子毎にかかる電圧が相違するため、電子放出素子の特性のばらつきが大きくなるおそれがある。更に、間隙の形成が行われなくなる場合もある。導電性膜に1パルスで保る電力がある程度以上にすると、パルス電圧を高くする必要があるが、そうすると、配線を流れる電流が大きくなり、やはり配線抵抗による電圧降下の影響が大きくなる。従って、スクロール操作によって還元性雰囲気中でフォーミング処理を行う場合には、製造することができる電子源の配線数が限定される。すなわち、製造する電子源が大型である場合には、還元ガス中でフォーミング処理をする利点が十分に生かされない。しかし、還元性ガスを使わずにフォーミング処理を行うとすると上述のように処理時間が長くなる。そのため、処理時間を短縮するための工夫が求められている。

【0019】そこで、本発明は、多数の配線を有する電子源の電子放出素子の電子放出部を短時間でフォーミングするとともに、フォーミング時の基板の変形・破壊を防止することを課題としている。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するた

めの本発明は、基板上に配線した複数のX方向配線と、該X方向配線と交差する複数のY方向配線と、該X方向配線とY方向配線とを電気的に絶縁する絶縁層と、該X方向配線とY方向配線とに電気的に接続され、それぞれに間隙を有する複数の導電性膜とから構成される電子源の製造方法であって、上記複数のX方向配線と上記複数のY方向配線とに接続する複数の導電性膜を配置する導電性膜配置ステップと、上記複数のX方向配線を、各々のグループが複数のX方向配線から構成されるように、複数のグループに分け、上記各々のグループを構成するそれぞれの配線間に、他のグループを構成するX方向配線が存在するようにし、1つのグループを構成するすべてのX方向配線と同時に電圧を印加する工程を、順次別のグループに施すことにより、上記複数の導電性膜のそれぞれに間隙を形成する導電フォーミングステップとを含み、上記導電フォーミングステップにおいて、一つのグループを構成するX方向配線と、上記一つのグループに属して電圧が印加される別のグループを構成するX方向配線との間に、他の別のグループを構成するX方向配線が存在するようにしている。

【0021】以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0022】【実施形態1】

【0023】図8は、実施形態1における表示パネルの斜視図であり、内部構造を示すためにパネルの1部を切り欠いて示している。図中、1005はリアプレート、1006は隔壁、1007はフェースプレートであり、1005～1007により表示パネルの内部を真空中に維持するための気密容器を形成している。容器を組み立てるにあたっては、各部材の接合部に十分な強度と気密性を保持させるため封着する必要がある。本実施形態においては、フリットガラスを接合部に塗布し、大気中で、摄氏450度で10分以上焼成することにより封着し、容器を組み立てた。

【0024】リアプレート1005には、基板1001が固定されているが、この基板1001には表面伝導型電子放出素子1002が $n \times m$ 個形成されている。（ n 、 m は2以上の整数であり、目的とする表示画素数に応じて適宜設定される。たとえば、高品位テレビジョンの表示を目的とした表示装置においては、 $n = 3000$ 、 $m = 1000$ 以上の数を設定することが望ましい。本実施形態においては、 $n = 3072$ 、 $m = 1024$ とした。）前記 $n \times m$ 個の表面伝導型電子放出素子は、 m 本のX方向配線1003と n 本のY方向配線1004により単純マトリクス配線されている。前記、1001～1004によって構成される部分を電子源と呼ぶ。

【0025】図13は、電子源の一部を拡大した平面模式図である。基板上には、表面伝導型電子放出素子が配列され、これらの素子はX方向配線電極1003とY方向配線電極1004により単純マトリクス状に配線され

ている。X方向配線電極1003とY方向配線電極1004の交差する部分には、配線間に絶縁層（不図示）が形成されており、電気的に絶縁が保たれている。

【0026】本実施形態においては、気密容器のリアプレート1005に電子源の基板1001を固定する構成としたが、電子源の基板1001が十分な強度を有するものである場合には、気密容器のリアプレートとして電子源の基板1001自体を用いてもよい。

【0027】また、フェースプレート1007の下面には、蛍光膜1008が形成されている。本実施形態はカラー表示装置であるため、蛍光膜1008の部分にはCRTの分野で用いられる赤、緑、青の3原色の蛍光体が塗り分けられている。

【0028】図14(a)においては、蛍光体は、ストライプ状に塗り分けられ、蛍光体のストライプの間には黒色部材1010が設けられている。また、3原色の蛍光体の塗り分け方は図14(a)に示したストライプ状の配列に限られるものではない。図14(b)には、たとえば、デルタ状配列を示すが、それ以外の配列であってもよい。

【0029】蛍光膜1008リアプレート側の面には、CRTの分野では公知のアルミニウム（Al）からなるメタルバック1009を設けてある。

【0030】 $D \times 1 \sim D \times m$ および $Dy 1 \sim Dy n$ および $Hv 1$ は、当該表示パネルと不図示の電気回路とを電気的に接続するために設けた気密構造の電気接続用端子である。 $D \times 1 \sim D \times m$ は電子源の行方向配線1003と、 $Dy 1 \sim Dy n$ は電子源の列方向配線1004と、 $Hv 1$ はフェースプレートのメタルバック1009と電気的に接続している。

【0031】容器内部を真空中に排気するには、容器を組み立てた後、図示しない排気管と真空ポンプとを接続し、容器内を 10^{-3} Pa程度の真空度まで排気する。その後、排気管を閉止することによって気密容器を形成した。気密容器内の真空度を維持するために、封止後に気密容器内の所定の位置にグッター層（不図示）を形成する。グッター層は、たとえばBaを主成分とするグッター材料をヒーター若しくは高周波加熱により加熱し蒸着して形成した膜である。

【0032】次に、本実施形態の表示パネルに用いた電子源の製造方法について説明する。

【0033】(1) まず、図15(a)に示すように、基板1101上に素子電極1102及び1103を $10 \sim 40 \mu m$ 粗形成する。形成するにあたっては、あらかじめ基板1101を洗剤、純水、有機溶剤を用いて十分に洗浄後、素子電極の材料を堆積させる（堆積する方法としては、たとえば、蒸着法やスパッタ法などの真空成膜技術を用いればよい）。その後、堆積した電極材料を、フォトリソグラフィ、エッチング技術を用いてパターンニングし、(a)に示した一対の素子電極1102及び1103を形成する。

103を形成する。

【0034】尚、後述するX方向配線とY方向配線に、表面伝導型電子放出素子を構成する導電性膜を直接接続できるのであれば、素子電極は省略することができる。

【0035】基板1101としては、例えば、石英ガラスや青板ガラスをはじめとする各種ガラス基板や、アルミナをはじめとする各種セラミクス基板、又はこれらの基板上にたとえ SiO_2 を材料とする絶縁層を積層した基板等を用いることができる。本実施形態では青板ガラスが用いられている。

【0036】基板1101上に基板面と平行に対向して設けられた素子電極1102と1103は、導電性を有する材料によって形成されている。たとえば、Ni、Cr、Au、Mo、W、Pt、Ti、Cu、Pd、Ag等をはじめとする金属、あるいはこれらの金属の合金、あるいは In_2O_3 、 SnO_2 をはじめとする金属酸化物、ポリシリコンなどの半導体、などの中から適宜材料を選択して用いればよい。電極を形成するには、たとえば真空蒸着などの製膜技術とフォトリソグラフィ、エッチングなどのパターンニング技術を組み合わせて用いれば容易に形成できるが、それ以外の方法（たとえば印刷技術）を用いて形成してもさしつかえない。本実施形態においては、Ptで素子電極を形成する。

【0037】素子電極1102と1103の形状は、当該電子放出素子の応用目的に合わせて適宜設計される。一般的には、電極間隔は通常は数百オングストロームから数百 μm の範囲から適当な数値を選んで設計されるが、なかでも表示装置に適用するものに好ましいのは数 μm より数十 μm の範囲である。又、素子電極の厚さdについては、通常数百オングストロームから数 μm の範囲から適当な数値が選ばれる。

【0038】(2) 次に、図8、図13に示した1024本のX方向配線1003と、3072本のY方向配線1004をそれぞれが、素子電極に接続するように形成する。尚、X方向配線1003とY方向配線1004との交差部には絶縁層を配置した。又、X方向配線1003とY方向配線1004、及び配線層は、フォトリソグラフィを用いて作成する。又、配線材料としては、銀（Ag）等を用い、絶縁層の材料としては、 SiO_2 等を用いる。

【0039】(3) 次に、図15に示すように、導電性膜1104を欠く素子電極対1102、1103間に形成する。これを形成するにあたっては、まず前記(a)の基板前面に有機金属溶液を塗布して乾燥し、加熱成膜処理して導電性膜を成膜した後、フォトリソグラフィ、エッチングにより所定の形状にパターンニングする。ここで、有機金属溶液とは、導電性膜に用いる材料を主要元素とする有機金属化合物の溶液である。具体的には、本実施形態では主要元素としてPd等を用いる。また、本実施形態では成布方法として、ディッピング法

を用いているが、それ以外のたとえばスピナー法やスプレー法を用いてもよい。

【0040】導電性膜の厚厚を設定するために考慮すべき条件には、素子電極1102、1103と電気的に良好に接続するに必要の条件、通電フォーミングを良好に行うのに必要な条件、導電性膜自身の電気抵抗を適切な値にするのに必要な条件等がある。導電性膜の厚厚は、具体的には、数オングストロームから数千オングストロームの範囲の中で設定されるが、特に、10乃至500オングストロームの間が好適である。

【0041】導電性膜を形成するのに用いられる材料としては、たとえば、Pd、Pt、Ru、Ag、Au、Ti、In、Cu、Cr、Fe、Zn、Sn、Ta、W、Pbなどをはじめとする金属や、PdO、SnO₂、In₂O₃、PbO、Sb₂O₃等をはじめとする酸化物や、HfB₂、ZrB₂、LaB₆、CeB₆、YB₆、Gd₂B₄などをはじめとする硼化合物や、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WCなどをはじめとする炭化物や、Si₃N₄、ZrN、HfNなどをはじめとする窒化物や、Si、Geなどをはじめとする半導体や、カーボンなどあげられ、これの中から適宜選択される。

【0042】導電性膜厚1104のシート抵抗値については、10²から10⁷Ω/□の範囲に含まれるように設定する。

【0043】なお、導電性膜厚1104と素子電極1102および1103とは、電気的に良好に接続されるのが望ましいため、互いの一部が重なりあうような構造をとっている。その重なり方は、図15の例においては、下から基板、素子電極、導電性膜の順で積層したが、場合によっては下から基板、導電性膜、素子電極、の順序で積層してもさしつかえない。

【0044】以上の工程によって通電フォーミング時の電子源が形成される。

【0045】(4) 次に、図15(c)に示すように、各素子電極1102、1103の間に適宜の電圧を印加し、通電フォーミング処理を行って、各導電性膜に間隙1106を形成する。

【0046】図1はフォーミング工程を行うための装置の概念図である。Y方向配線13は、共通のグラントに接続し、X方向配線12は配線切り替え器14に接続している。配線切り替え器14は電子源11の各X方向配線を個別に半導体素子またはリレーなどのスイッチング素子を介してフォーミング電圧発生器15ないしグラントに接続しており、このいづれに接続するか切り替えの制御を各X方向配線毎に個別に行えるようになっている。電流計17によりフォーミング電圧発生装置から投入される電流を検知することが出来る。配線切り替え器およびフォーミング電圧発生装置の制御、電流計からのデータの取り込みは適当なインターフェースを通じてバ

ッコンなどの制御装置16により行う事が出来る。

【0047】本実施形態のフォーミング電圧の印加方法においては、1グループを64本のX方向配線で構成している。つまり、1024本のX方向配線を、64本ずつのX方向配線よりなる16のグループに振り分ける。次に各グループ毎にフォーミング処理のための電圧印加を行い、一つのグループについて、フォーミング工程が終了したら上記配線切り替え器を切り替えて次のグループに対してフォーミング処理を行うことを繰り返して、すべての電子放出素子のフォーミング処理を行う。更に、各グループのX方向配線は、16本おきに選ばれるようにした。すなわち、第1のグループに属するX方向配線は、D×1、D×17、D×33、D×49、…、D×1009、第2のグループに属するのは、D×2、D×18、D×34、D×50、…、D×1010等となるように、各グループを設定する。このようにすることで、フォーミング処理によるジュール熱の発生を基板全体で概ね一様にする事が出来る。その結果、基板が局所的に高温になり、間隙の形成が悪影響を受けたり、熱応力などにより基板が損傷するなどの事態を防ぐことが出来る。

【0048】図2は、第1のグループにフォーミングのための電圧を印加したときの基板の温度分布を示す模式図である。なお、本実施形態では、各グループに属する配線の間隔を厳密に均等になるように設定したが、ジュール熱の発生がおおむね均一となるように出来れば上記の効果は得られるので、必ずしも厳密に等間隔でなくとも良い。

【0049】図3は、フォーミング電圧発生装置内により印加されるパルス波形の一例を示す。図に示したのは、パルス幅T1、パルス間隔T2の三角波のパルス電圧を、パルス波高Vpを徐々に上昇させながら印加する場合である。波高Vpの矩形波パルスが挿入されているのは、この時流れる電流をモニタしてフォーミング処理の進行状況を検知するためのものである。具体的には、例えば10⁻³Pa程度の圧力に掛けた真空空中に電子源を設置して、たとえばT1=1ms、T2=10ms、として、波高Vpを徐々に上昇させる。一方フォーミングのための三角波パルスを各パルス印加するたびにモニタ用の例えば0.1V程度の波高の矩形波パルスPmを印加して、電流計により電流を検知して各グループに対するフォーミング処理の終了を決定する。例えば一素子あたりの抵抗値が1MΩを超えた時点で当該グループの処理を終了して、配線切り替え器により電圧を印加する配線を変更して、次のグループの処理に移る。このような処理を繰り返してフォーミング工程が終了する。

【0050】X方向配線の本数が多い場合には、上述の方法によって、フォーミング処理にかかる時間を、X方向配線1本ずつについてフォーミング処理を行う場合に

比べて、大幅に短縮することが出来る。尚、ここでは、一つのグループに属するX方向配線の数64本としたが、これは電子放出素子や配線の設計により適宜選択すれば良い。

【0051】図4は、本実施形態のフォーミング工程を示すフローチャートである。本実施形態においては、フォーミング前の電子源の状態を対象し、容器を形成した後で、フォーミング工程を実施している。

【0052】(5) 次に、図15(d)に示すように、活性化用電源から各素子1102、1103の間に適宜の電圧を印加し、通電活性化処理を行う。具体的には、フォーミングを終えた容器内を、 1.3×10^{-4} 乃至 1.3×10^{-3} Paの範囲内の真空雰囲気内に保持し、パルスを定期的に各導電性膜に印加することによって、雰囲気中に存在する有機化合物を源として炭素膜1110を増殖させる。

【0053】図16(a)(b)には、活性化電源から印加する適宜の電圧の波形の例を示す。本実施形態においては、図16(a)に示した両極性の一定電圧の矩形波を定期的に印加して通電活性化処理を行う。具体的には、矩形波の電圧はプラス・マイナス14V、パルス幅T3は1ミリ秒、パルス間隔T4は10ミリ秒等とする。

【0054】次に、容器を加熱しつつ、容器内を 10^{-4} Pa程度まで排気管を介して排気する。その後、排気管を封止して気密容器を形成する。

【0055】以上の工程によって作製した本実施形態の表示装置を駆動したところ、均一性に優れた高輝度の画像が得られた。

【0056】〔実施形態2〕本実施形態においては、実施形態1に示したのと同様の電子源について、X方向配線を実施形態1と同様にグループ化し、この各グループに対するパルス電圧の印加を前述したスクロールの方法によって行う。

【0057】図5は、本実施形態のフォーミング工程を行うのに用いる装置の構成の一例を示す模式図である。本装置におけるフォーミング電圧発生器15は16個の出力端子を備え、それぞれにパルスをずらして出力させることが出来るものである。配線切り替え器14はフォーミング電圧発生器の出力端子とグループ1のX方向配線、出力端子2とグループ2のX方向配線、と言うように出力端子と配線を接続している。実施形態1と同じ装置を用いても以下の方法は実行できるが、その場合配線切り替え器の切り替え速度が極めて高速であることが要求される。本実施形態の装置では、フォーミングパルス発生装置15は複数の出力端子が必要となり、各出力端子に順次パルスを出力する機能が必要だが、配線切り替え器14の動作はそれほど高速である必要はない。配線切り替え器の素子に機械式リリーススイッチのような素子を用いる場合には、このような構成の装置が適

している。

【0058】本実施形態におけるグループ化方法は、1024本のX方向配線12を、実施形態1で説明したのと同様に、64本ずつのX方向配線よりなる16のグループに振り分ける。各グループへのパルスの印加の仕方を図6により説明する。配線切り替え器により、フォーミング電圧発生器により生成されたパルスを1パルス毎に印加するグループを切り替える。

【0059】図6に示すように、グループ1にパルスを印加した後、配線切り替え器により、グループ2に配線ヘフォーミング電圧発生器をつなぎ替え、1パルスを印加する。この操作を繰り返して、グループ16までパルスの印加を行った後、再びグループ1からパルスの印加を繰り返す。図では、各グループへのパルス電圧の印加を一順する毎にパルス波高Vpを徐々に上昇させる場合を示している。一つのグループから見たときのパルス幅T1とパルス間隔T2の関係は、グループの数Nと表わすと、必然的に $T1 \leq T2/N$ となる。上述のように配線をグループに分けた場合、 $T1 \leq T2/16$ である。例えば $T1 = 1 \text{ msec}$ 、とした場合、 $T2 \geq 16 \text{ msec}$ である。但し、本実施形態においては、連続するグループ、たとえばグループ1とグループ2で選択するX方向配線同士も間隔が関与するように選択している。つまり、フォーミング電圧が印加された配線グループを構成するX方向配線と、その次にフォーミング電圧が印加される別のグループを構成するX方向配線との間には他のグループを構成するX方向配線が存在している。本実施形態においては、フォーミング工程に要する時間を短縮するために、連続するグループにおいてフォーミング電圧のパルスの短い間隔で印加される。従って、連続するグループ間で、各X方向配線の間隔を短くすることが、フォーミング電圧の印加に伴う発熱を電子源基板と概ね均一とさせるのに効果的である。

【0060】図17に示すように、具体的には、グループ1はX方向配線の番号1、17、33、49、...、 $1 + (m-1) \times (1-1)$ を選択し、グループ2は、5、11、17、33、49、...、 $5 + (m-1) \times (1-1)$ を選択し、グループkはY方向配線の番号 $a(k)$ 、 $a(k)+16$ 、 $a(k)+32$ 、...、 $a(k)+(m-1) \times (1-1)$ を選択する。ここで、mはX方向配線の総本数であり本実施形態においては1024である。又、lはグループの総数であり本実施形態においては16である。但し、本実施形態では、 $a(k)$ の値は $k=1$ からm/lに對し、1、5、13、21、29、37、45、53、61、69、77、85、93、101、109、117、125、133、141、149、157、165、173、181、189、197、205、213、221、229、237、245、253、261、269、277、285、293、301、309、317、325、333、341、349、357、365、373、381、389、397、405、413、421、429、437、445、453、461、469、477、485、493、501、509、517、525、533、541、549、557、565、573、581、589、597、605、613、621、629、637、645、653、661、669、677、685、693、701、709、717、725、733、741、749、757、765、773、781、789、797、805、813、821、829、837、845、853、861、869、877、885、893、901、909、917、925、933、941、949、957、965、973、981、989、997、1005、1013、1021、1029、1037、1045、1053、1061、1069、1077、1085、1093、1101、1109、1117、1125、1133、1141、1149、1157、1165、1173、1181、1189、1197、1205、1213、1221、1229、1237、1245、1253、1261、1269、1277、1285、1293、1301、1309、1317、1325、1333、1341、1349、1357、1365、1373、1381、1389、1397、1405、1413、1421、1429、1437、1445、1453、1461、1469、1477、1485、1493、1501、1509、1517、1525、1533、1541、1549、1557、1565、1573、1581、1589、1597、1605、1613、1621、1629、1637、1645、1653、1661、1669、1677、1685、1693、1701、1709、1717、1725、1733、1741、1749、1757、1765、1773、1781、1789、1797、1805、1813、1821、1829、1837、1845、1853、1861、1869、1877、1885、1893、1901、1909、1917、1925、1933、1941、1949、1957、1965、1973、1981、1989、1997、2005、2013、2021、2029、2037、2045、2053、2061、2069、2077、2085、2093、2101、2109、2117、2125、2133、2141、2149、2157、2165、2173、2181、2189、2197、2205、2213、2221、2229、2237、2245、2253、2261、2269、2277、2285、2293、2301、2309、2317、2325、2333、2341、2349、2357、2365、2373、2381、2389、2397、2405、2413、2421、2429、2437、2445、2453、2461、2469、2477、2485、2493、2501、2509、2517、2525、2533、2541、2549、2557、2565、2573、2581、2589、2597、2605、2613、2621、2629、2637、2645、2653、2661、2669、2677、2685、2693、2701、2709、2717、2725、2733、2741、2749、2757、2765、2773、2781、2789、2797、2805、2813、2821、2829、2837、2845、2853、2861、2869、2877、2885、2893、2901、2909、2917、2925、2933、2941、2949、2957、2965、2973、2981、2989、2997、3005、3013、3021、3029、3037、3045、3053、3061、3069、3077、3085、3093、3101、3109、3117、3125、3133、3141、3149、3157、3165、3173、3181、3189、3197、3205、3213、3221、3229、3237、3245、3253、3261、3269、3277、3285、3293、3301、3309、3317、3325、3333、3341、3349、3357、3365、3373、3381、3389、3397、3405、3413、3421、3429、3437、3445、3453、3461、3469、3477、3485、3493、3501、3509、3517、3525、3533、3541、3549、3557、3565、3573、3581、3589、3597、3605、3613、3621、3629、3637、3645、3653、3661、3669、3677、3685、3693、3701、3709、3717、3725、3733、3741、3749、3757、3765、3773、3781、3789、3797、3805、3813、3821、3829、3837、3845、3853、3861、3869、3877、3885、3893、3901、3909、3917、3925、3933、3941、3949、3957、3965、3973、3981、3989、3997、4005、4013、4021、4029、4037、4045、4053、4061、4069、4077、4085、4093、4101、4109、4117、4125、4133、4141、4149、4157、4165、4173、4181、4189、4197、4205、4213、4221、4229、4237、4245、4253、4261、4269、4277、4285、4293、4301、4309、4317、4325、4333、4341、4349、4357、4365、4373、4381、4389、4397、4405、4413、4421、4429、4437、4445、4453、4461、4469、4477、4485、4493、4501、4509、4517、4525、4533、4541、4549、4557、4565、4573、4581、4589、4597、4605、4613、4621、4629、4637、4645、4653、4661、4669、4677、4685、4693、4701、4709、4717、4725、4733、4741、4749、4757、4765、4773、4781、4789、4797、4805、4813、4821、4829、4837、4845、4853、4861、4869、4877、4885、4893、4901、4909、4917、4925、4933、4941、4949、4957、4965、4973、4981、4989、4997、5005、5013、5021、5029、5037、5045、5053、5061、5069、5077、5085、5093、5101、5109、5117、5125、5133、5141、5149、5157、5165、5173、5181、5189、5197、5205、5213、5221、5229、5237、5245、5253、5261、5269、5277、5285、5293、5301、5309、5317、5325、5333、5341、5349、5357、5365、5373、5381、5389、5397、5405、5413、5421、5429、5437、5445、5453、5461、5469、5477、5485、5493、5501、5509、5517、5525、5533、5541、5549、5557、5565、5573、5581、5589、5597、5605、5613、5621、5629、5637、5645、5653、5661、5669、5677、5685、5693、5701、5709、5717、5725、5733、5741、5749、5757、5765、5773、5781、5789、5797、5805、5813、5821、5829、5837、5845、5853、5861、5869、5877、5885、5893、5901、5909、5917、5925、5933、5941、5949、5957、5965、5973、5981、5989、5997、6005、6013、6021、6029、6037、6045、6053、6061、6069、6077、6085、6093、6101、6109、6117、6125、6133、6141、6149、6157、6165、6173、6181、6189、6197、6205、6213、6221、6229、6237、6245、6253、6261、6269、6277、6285、6293、6301、6309、6317、6325、6333、6341、6349、6357、6365、6373、6381、6389、6397、6405、6413、6421、6429、6437、6445、6453、6461、6469、6477、6485、6493、6501、6509、6517、6525、6533、6541、6549、6557、6565、6573、6581、6589、6597、6605、6613、6621、6629、6637、6645、6653、6661、6669、6677、6685、6693、6701、6709、6717、6725、6733、6741、6749、6757、6765、6773、6781、6789、6797、6805、6813、6821、6829、6837、6845、6853、6861、6869、6877、6885、6893、6901、6909、6917、6925、6933、6941、6949、6957、6965、6973、6981、6989、6997、7005、7013、7021、7029、7037、7045、7053、7061、7069、7077、7085、7093、7101、7109、7117、7125、7133、7141、7149、7157、7165、7173、7181、7189、7197、7205、7213、7221、7229、7237、7245、7253、7261、7269、7277、7285、7293、7301、7309、7317、7325、7333、7341、7349、7357、7365、7373、7381、7389、7397、7405、7413、7421、7429、7437、7445、7453、7461、7469、7477、7485、7493、7501、7509、7517、7525、7533、7541、7549、7557、7565、7573、7581、7589、7597、7605、7613、7621、7629、7637、7645、7653、7661、7669、7677、7685、7693、7701、7709、7717、7725、7733、7741、7749、7757、7765、7773、7781、7789、7797、7805、7813、7821、7829、7837、7845、7853、7861、7869、7877、7885、7893、7901、7909、7917、7925、7933、7941、7949、7957、7965、7973、7981、7989、7997、8005、8013、8021、8029、8037、8045、8053、8061、8069、8077、8085、8093、8101、8109、8117、8125、8133、8141、8149、8157、8165、8173、8181、8189、8197、8205、8213、8221、8229、8237、8245、8253、8261、8269、8277、8285、8293、8301、8309、8317、8325、8333、8341、8349、8357、8365、8373、8381、8389、8397、8405、8413、8421、8429、8437、8445、8453、8461、8469、8477、8485、8493、8501、8509、8517、8525、8533、8541、8549、8557、8565、8573、8581、8589、8597、8605、8613、8621、8629、8637、8645、8653、8661、8669、8677、8685、8693、8701、8709、8717、8725、8733、8741、8749、8757、8765、8773、8781、8789、8797、8805、8813、8821、8829、8837、8845、8853、8861、8869、8877、8885、8893、8901、8909、8917、8925、8933、8941、8949、8957、8965、8973、8981、8989、8997、9005、9013、9021、9029、9037、9045、9053、9061、9069、9077、9085、9093、9101、9109、9117、9125、9133、9141、9149、9157、9165、9173、9181、9189、9197、9205、9213、9221、9229、9237、9245、9253、9261、9269、9277、9285、9293、9301、9309、9317、9325、9333、9341、9349、9357、9365、9373、9381、9389、9397、9405、9413、9421、9429、9437、9445、9453、9461、9469、9477、9485、9493、9501、9509、9517、9525、9533、9541、9549、9557、9565、9573、9581、9589、9597、9605、9613、9621、9629、9637、9645、9653、9661、9669、9677、9685、9693、9701、9709、9717、9725、9733、9741、9749、9757、9765、9773、9781、9789、9797、9805、9813、9821、9829、9837、9845、9853、9861、9869、9877、9885、9893、9901、9909、9917、9925、9933、9941、9949、9957、9965、9973、9981、9989、9997、10005、10013、10021、10029、10037、10045、10053、10061、10069、10077、10085、10093、10101、10109、10117、10125、10133、10141、10149、10157、10165、10173、10181、10189、10197、10205、10213、10221、10229、10237、10245、10253、10261、10269、10277、10285、10293、10301、10309、10317、10325、10333、10341、10349、10357、10365、10373、10381、10389、10397、10405、10413、10421、10429、10437、10445、10453、10461、10469、10477、10485、10493、10501、10509、10517、10525、10533、10541、10549、10557、10565、10573、10581、10589、10597、10605、10613、10621、10629、10637、10645、10653、10661、10669、10677、10685、10693、10701、10709、10717、10725、10733、10741、10749、10757、10765、10773、10781、10789、10797、10805、10813、10821、10829、10837、10845、10853、10861、10869、10877、10885、10893、10901、10909、10917、10925、10933、10941、10949、10957、10965、10973、10981、10989、10997、11005、11013、11021、11029、11037、11045、11053、11061、11069、11077、11085、11093、11101、11109、11117、11125、11133、11141、11149、11157、11165、11173、11181、11189、11197、11205、11213、11221、11229、11237、11245、11253、11261、11269、11277、11285、11293、11301、11309、11317、11325、11333、11341、11349、11357、11365、11373、11381、11389、11397、11405、11413、11421、11429、11437、11445、11453、11461、11469、11477、11485、11493、11501、11509、11517、11525、11533、11541、11549、11557、11565、11573、11581、11589、11597、11605、11613、11621、11629、11637、11645、11653、11661、11669、11677、11685、11693、11701、11709、11717、11725、11733、11741、11749、11757、11765、11773、11781、11789、11797、11805、11813、11821、11829、11837、11845、11853、11861、11869、11877、11885、11893、11901、11909、11917、11925、11933、11941、11949、11957、11965、11973、11981、11989、11997、12005、12013、12021、12029、12037、12045、12053、12061、12069、12077、12085、12093、12101、12109、12117、12125、12133、12141、12149、12157、12165、12173、12181、12189、12197、12205、12213、12221、12229、12237、12245、12253、12261、12269、12277、12285、12293、12301、12309、12317、12325、12333、12341、12349、12357、12365、12373、12381、12389、12397、12405、12413、12421、12429、12437、12445、12453、12461、12469、12477、12485、12493、12501、12509、12517、12525、12533、12541、12549、12557、12565、12573、12581、12589、12597、12605、12613、12621、12629、12637、12645、12653、12661、12669、12677、12685、12693、12701、12709、12717、12725、12733、12741、12749、12757、12765、12773、12781、12789、12797、12805、12813、12821、12829、12837、12845、12853、12861、12869、12877、12885、12893、12901、12909、12917、12925、12933、12941、12949、12957、12965、12973、12981、12989、12997、13005、13013、13021、13029、13037、13045、13053、13061、13069、13077、13085、13093、13101、13109、13117、13125、13133、13141、13149、13157、13165、13173、13181、13189、13197、13205、13213、13221、13229、13237、13245、13253、13261、13269、13277、13285、13293、13301、13309、13317、13325、13333、13341、13349、13357、13365、13373、13381、13389、13397、13405、13413、13421、13429、13437、13445、13453、13461、13469、13477、13485、13493、13501、13509、13517、13525、13533、13541、13549、13557、13565、13573、13581、13589、13597、13605、13613、13621、13629、13637、13645、13653、13661、13669、13677、13685、13693、13701、13709、13717、13725、13733、13741、13749、13757、13765、13773、13781、13789、13797、13805、13813、13821、13829、13837、13845、13853、13861、13869、13877、13885、13893、13901、13909、13917、13925、13933、13941、13949、13957、13965、13973、13981、13989、13997、14005、14013、14021、14029、14037、14045、14053、14061、14069、14077、14085、14093、14101、14109、14117、14125、14133、14141、14149、14157、14165、14173、14181、14189、14197、14205、14213、14221、14229、14237、14245、14253、14261、14269、14277、14285、14293、14301、14309、14317、14325、14333、14341、14349、14357、14365、14373、14381、14389、14397、14405、14413、14421、14429、14437、14445、14453、14461、14469、14477、14485、14493、14501、14509、14517、14525、14533、14541、14549、14557、14565、14573、14581、14589、14597、14605、14613、14621、14629、14637、14645、14653、14661、14669、14677、14685、14693、14701、14709、14717、14725、14733、14741、14749、14757、14765、14773、14781、14789、14797、14805、14813、14821、14829、14837、14845、14853、14861、14869、14877、14885、14893、14901、14909、14917、14925、14933、14941、14949、14957、14965、14973、14981、14989、14997、15005、15013、15021、15029、15037、15045、15053、15061、15069、15077、15085、15093、15101、15109、15117、15125、15133、15141、15149、15157、15165、15173、15181、15189、15197、15205、15213、15221、15229、15237、15245、15253、15261、15269、15277、15285、15293、15301、15309、15317、15325、15333、15341、15349、15357、15365、15373、15381、15389、15397、15405、15413、15421、15429、15437、15445、15453、15461、15469、15477、15485、15493、15501、15509、15517、15525、15533、15541、15549、15557、15565、15573、15581、15589、15597、15605、15613、15621、15629、15637、

の発熱量は増大することになる。しかしながら基板の破壊および変形を起こす原因は発熱量の絶対値よりもむしろ、基板上下での発熱の偏中により起因すると考えられる。そのため、本実施形態のように基板上での発熱を概ね均一にするようなフォームング電圧印加方法とすれば基板の破壊または変形を起こすことはない。以上説明したように、本実施形態の通電フォームング工程では、実施形態1に比べ工程に要する時間を非常に短縮できる上、フォームング電圧の印加に伴う電子源基板の変形または破壊をより効果的に防ぐことができる。

【0062】【実施形態3】本実施形態では、印刷法とインクジェット法を用いて、配線、電極ならびに導電性膜を形成した。また、本実施形態のフォームング方法は、実施形態2と基本的に同様であるが、還元性雰囲気中で行った。つまり、電圧印加が連続する2つのグループを構成するX方向配線間に他のグループのX方向配線が存在する。以下、図8、図18、図19を参照して本実施形態の製造方法について、実施形態に即して説明する。尚、図18、19では、説明を簡略化するために、9個の電子放出素子しか図示していないが、実際には、180×2442個形成した。

【0063】工程-1：電極形成工程
洗浄した基板ガラス上に、CVD法によりSiO₂膜を成膜し基板1とした。次に、Pの有機化合物を含むインクを使用したオフセット印刷法を用いて、Pからなる一対の電極2、3を480×2442組形成した(図18(a))。尚、各素子電極対の間隔は20μmに設計した。

【0064】工程-2：配線形成工程
Y方向配線3をAgを主成分とするペーストを使用したスクリーン印刷法を用いて2442本形成した(図18(b))。次いでガラスペーストを使用してスクリーン印刷法で、絶縁層14を形成した(図18(c))。更に銀(Ag)を主成分とするペーストを用いて、上記スクリーン印刷法でX方向配線12を480本形成した(図19(a))。本実施形態において、X方向配線は480本、Y方向配線は2442本を形成した。

【0065】工程-3：疎水化処理工程
次に、上記電極と配線、層間絶縁層の形成された基板を、シランカップリング剤を用いて、疎水化処理を行った。

【0066】工程-4：導電性膜形成工程
インクジェット装置を用いて、有機Pd化合物を含む水溶液を各電極対2、3に滴するように付与した。その後付与した水溶液を乾燥させて、有機Pd化合物の膜を形成した。その後有機Pd膜を350℃で熱処理することにより、主にPdによる導電性膜4を形成した(図19(b))。以上の工程により、フォームング前の電子源基板を作成した。

【0067】工程-5：フェースプレート作成工程

ガラス基板1007上に、蛍光体とブラックマトリクスからなる蛍光膜1008を印刷法により形成した。次いでA1を真空蒸着法により成膜してメタルバック1009を形成した。

【0068】工程-6：封着工程

フォームング前の電子源基板と上記フェースプレート、および支持枠を図8のように組合せて、接合部に配されたフリットガラスを加熱溶融させ接合して外囲器28を構成した。尚、本実施形態では、電子源基板をリアプレートとして用いた。図示していないが、外囲器28の内部には、電子源(リアプレート)とフェースプレートの間に、両者の間隔を一定に保つためのスペーサ、および画像形成装置として完成した後に、外囲器内の圧力を低く保つためのゲッグを配置した。又、図示していないが、外囲器内部を排気したり、各工程において必要なガスなどを導入するための排気管が外囲器に接続されている。又、高圧接続端子87は外囲器28の内部に上記メタルバック1009に接続されている。メタルバックは、画像形成装置として駆動される際に、高圧電源に接続される。

【0069】工程-7：フォームング工程

図8のY方向配線の外部端子Dox1、Dox2、…、Dox2442を全てグラウンドに接続し、X方向配線の外部端子Dox1、Dox2、…、Dox480を各行に対応するドライバーの出力端子に接続する。本実施形態に用いたドライバーは、480本のX方向配線のそれぞれに対応して独立したパルス発生器を備えたものである。上記ドライバーは、各パルス発生器のそれぞれが発生するパルスのタイミングを適宜調整できる制御機能も有する。本実施形態ではX方向配線80本おきに1本ずつ、合計6本の配線で一つのグループを構成する様にグループ化を行った。グループの総数は80である。図6に示すように、前述したスクロールの方法で、パルス電圧を印加してフォームングを行った。つまり、1つのグループに印加されるパルス状電圧の、パルス間隔T2(インターバル)の間に、その他の全てのグループへパルス状電圧を加えるという手順を繰り返した。但し、各グループへのパルス電圧の印加が、同時に実行することはない。尚、図6は三角波パルスで示されているが、本実施形態は単にパルスの形状を矩形波にした。なお、このスクロールの方法においては、各グループに電圧を印加する順序は、各グループを構成するX方向配線同士が隣接するグループに、連続して電圧が加えられるように設定した。具体的には、第1パルス電圧は、1番目のX方向配線から80本おきに選んだX方向配線(「グループ1」と呼ぶ)全てに対して同時に印加した。第2パルス電圧は、41番目から80本おきに選んだX方向配線(グループ41)全てに対して同時に印加した。以下同様にして、電圧が印加されたグループを構成するX方向配線と、その次に電圧が印加されるグループ

17

アを構成するX方向配線との間に、他のグループを構成するX方向配線が配される様に電圧を印加する。この様に、全てのグループにパルス電圧を印加した後、再度、同様にして各グループにパルス電圧を繰り返し印加した。このフォーミング工程を具体的に述べる。上記封着した外周部に接続した排気管を、排気装置、およびガス導入装置などを備える真空装置に接続して、まず外周部全体を50℃に保持しながら内部を排気する。真空装置の上記排気管への接続部直近に配置した圧力計で測定した圧力が 1.0×10^{-5} Pa程度となったところで、上述したようなスクロールのフォーミング方法によりパルスの印加を開始する。この時印加したパルスは、波高値10Vの矩形波パルスで、パルス幅3msec、パルス間隔880msecであり、上記のように選択される各グループに11msecずつずれてパルスが印加されるようにタイミングを制御した。パルス印加を開始した後5秒後に真空装置内にN:98%—H:2%の混合ガスを導入したところ、この直後にすべての素子に対するフォーミング処理が完了した。

【0070】工程-8: 活性化工程

フォーミング工程が終了後、外周部内部を再度排気した。その後、外周部内にベンゾニトリルを導入した。圧力は真空装置の排気管付近の圧力計の測定値で 1.3×10^{-1} Pa程度となるように導入量を制御した。この処理では、まず、X方向配線480本を、図7に示すように1つのグループを連続するX方向配線10本から構成し、合計48グループに振り分けた。本実施形態では、各グループ毎に活性化処理を順次終了させていった。つまり、第1グループの活性化を終了後、第2グループの活性化を開始し、第2グループの活性化が終了後、第3グループの活性化を開始するという手順で、48グループすべての活性化処理を完了した。尚、それぞれのグループにおける活性化のための電圧印加は、前述のスクロールの方法により、各X方向配線にパルス状電圧を印加した。つまり、1本のX方向配線にパルスを印加してから、次のパルスが印加されるまでの間に、他の全てのX方向配線にパルスを印加した。但し、各X方向配線に印加されるパルスが同時に印加されることはない。本実施形態における活性化処理ではパルス幅1msec、パルス間隔10msec、波高値14Vの矩形波パルスを用いた。以上の工程により電子放出部5を形成した(図14(c))。

【0071】工程-9: 安定化工程

活性化工程を終了した後、排気装置により外周部内を排気しながら外周部を200℃に10時間保持した。この時点で真空装置の圧力計の値は、 1.3×10^{-5} Paであった。

【0072】工程-10: 封止工程

外周部に配置したゲッタを高周波加熱することにより、ゲッタ処理を行い、次いで排気管を熱してこれを封

18

じ切った。上記のようにして形成した画像形成装置を画像表示用の駆動回路に接続し、高圧接続端子を介して上記メタルバックに5kVの電圧を印加して、画像を表示し、均一性の良い良好な画像を表示できることを確かめた。

【0073】[実施形態4] 本実施形態では、フォーミング工程、活性化工程を施した後に外周部の封着工程を行った。それ以外は実施形態3と同様である。以下、本実施形態で作成した電子源および画像形成装置の製造工程を記す。工程1~4は、実施形態3と同様にしてフォーミング前の電子源を形成した。続いて、フォーミング前の電子源基板を真空チャンバー中に設置した。真空チャンバー中には、上記電極などの形成された基板(以下、便宜的に「電子源」と呼ぶ)のX方向配線、Y方向配線に接続する接続端子が設けられており、上記真空チャンバー外から各配線に電圧を印加することができる。また、真空排気装置で内部を排気すると同時に、所望のガスを導入することができ、内部の雰囲気制御を制することができものである。実施形態3の工程-7および工程-8と同様の方法で、フォーミング処理、活性化処理を施した。その後、工程-6に対応する封着工程により、外周部を形成した。本実施形態の封着工程では、不活性ガス(具体的にはArガス中において、部材を組み合わせ、フリットガラスを用いて、加熱し接着し外周部を形成した。続いて、実施形態3の工程-9と同様に安定化工程、工程-10と同様にゲッタ処理を行い、ついで排気管を封じ切り気密容器を形成した。本実施形態の方法により形成された画像形成装置は、実施形態3で形成された画像形成装置と同様に、均一性の良い、良好な画像を表示することができる。

【0074】[参考形態3]

本参考形態においては、表示パネルの構成及び製造方法は実施形態1と同様である。本参考形態では、隣接するX方向配線2本を単位とし、この単位を1個選択して1つのグループを形成した。本参考形態では $i=3$ とし $m \times (2 \times i)$ 個(16個)のグループに振り分けた。ここで、mはX方向配線の総数であり1024とした。各グループを構成する単位は、おのおの $(m \times i)$ 2)本(本参考形態では30本)のX方向配線の間隔を空けて均等に選択した。図9に示すように、具体的に、グループ1はX方向配線の番号1、2、3、3、4、...、1+(m-1) * (i-1)、...、(m-1) * (i-1)を選択し、グループkはk、k-1、k+3、2、k+1+3、2、...、k+(m-1) * (i-1)、k+1+(m-1) * (i-1)のX方向配線を選択し、グループ化した。

【0075】以下、通電フォーミングに用いた装置および方法は実施形態1と同様なものを用いた。

【0076】本参考形態では、グループを構成する単位が隣接するX方向配線2本であるため実施形態1と比較

19

して、基板内の温度分布の均一性は低くなるが、同一グループに属する配線がすべて連続する場合より基板温度の均一性を改善する効果がある。

【0077】実施形態6 本実施形態においては、実施形態1と類似のX方向配線のグループの設定を行った場合について、異なる電圧印加方法を採用する。すなわち、X方向配線全体をほぼ同数の複数のグループに分割し、それぞれのグループ毎に、従来のスクロール方法でフォーミング処理を行う。具体的には、各グループは、たとえば10本のX方向配線で構成され、グループ1はD×1、D×103、D×205、…、グループ2はD×2、D×104、D×206、…、等からなる。但し、X方向配線の総数が10で割り切れない場合は、余った配線は適宜いずれかのグループに割り振る。【0078】そして、まず、グループ1に対して適当なパルス電圧を印加するのであるが、この時、従来のスクロール方法と同時に、すなわち、まず、D×1に1パルス印加した後、配線切替部によって、D×103にパルス発生装置を接続して1パルス印加し、更にD×205に接続を切り替える。こうして、グループ1のすべての配線に1パルスずつ印加したところで、再びD×1に接続を切替、同様の工程を繰り返す。このパルス印加の繰り返しによって、グループ1の配線についてのフォーミング処理が完了したら、グループ2についても同様の処理を行う。これを繰り返して、すべての電子放出素子のフォーミング処理を完了させる。

【0079】このような方法を採用する場合、フォーミング用パルスのデュティは、一つのグループに属する配線の数の逆数により限定される。たとえば、デュティ10%とするためには、一つのグループに属する配線の数は10を超えることはできない。その分グループの数が多くなると、フォーミング処理時間が長くなるが、Y方向配線を流れる電流は、常に一つのX方向配線に流入する分だけであるので、Y方向配線の抵抗による影響を極めて小さくすることができ。

【0080】【参考形態7】

本参考形態は、印刷法とインクジェット法を用いて、配線、電極ならびに導電性膜を形成し、次いで上述したフォーミング工程を行うことにより形成した電子源およびそれを含む画像形成装置の製造方法である。ここでは、図8、図18、及び図19を参照しつつ説明する。

【0081】工程-1：洗浄した青板ガラス上に、CVD法により約80nmのSiO₂膜を形成して、これを基板1に用い、Pトの有機化合物を含むインクを使用したオフセット印刷法を用いて、Pト電極2、3を形成した(図18(a))。素子電極の間隔は20μmに設計した。

【0082】工程-2：Y方向配線13をA₈gを主成分とするペーストを使用したスクリーン印刷法を用いて形成、次いでガラスペーストを使用して層間絶縁層14を

20

形成した(図18(b))。更に上記Y方向配線の形成と同様にしてX方向配線12を形成した(図19(a))。本参考形態において、X方向配線は240本、Y方向配線は720本を形成した。

【0083】工程-3：次に、上記電極と配線、層間絶縁層の形成された基板を、シランカップリング剤を用いて、疎水化処理を行った。

【0084】工程-4：有機Pd化合物を含む水溶液を、インクジェット装置により、それぞれの電子放出素子の電極2、3に滴するように液滴として付与し、乾燥させて、有機Pd化合物の膜を形成、これを350℃で熱処理することにより、主にPdO微粒子よりなる導電性膜4を形成した(図19(b))。

【0085】工程-5：フェースプレート1007はガラス基体上に蛍光体とブラックマトリクスからなる蛍光膜1008を印刷法により形成し、次いでアルミニウム(A1)を真空蒸着法により成膜してメタルバック1009を形成する。

【0086】工程-6：電子源を形成した基板をリアプレートとして用い、これを上記フェースプレートおよび支持枠を図8のように組合せて、フリットガラスにより接着して外周部28を構成する。不図示であるが、外周部28の内部には、電子源(リアプレート)とフェースプレートの間に、両者の間隔を一定に保つためのスペーサ、および画像形成装置として完成した後に、外周器内の圧力を保つためのゲッガが位置される。また、同じく不図示であるが、外周器内部を排気したり、各工程において必要なガスなどを導入するための排気管が外周器に接続されている。また、高圧接続端子27は外周部28の内部で上記メタルバック1009に接続され、画像形成装置として駆動される際にはメタルバック1009に電子を加速するための高電圧を印加するために、高圧電源に接続される。

【0087】工程-7：本工程は本発明の特徴である、フォーミング処理の工程である。図8のY方向配線の外部端子Dox1、Dox2、…、Doxnを全てグラントに接続し、X方向配線の外部端子Dox1、Dox2、…、Doxmを図1の配線切り替え部に接続する。本参考形態では、X方向配線を連続する3本毎に一つのグループとし、すなわち1〜3番目のX方向配線をグループ1、4〜6番目をグループ2、…、238〜240番目をグループ80として、実施形態2で示したと同様に、スクロールの方法でパルス電圧を印加する方法を採用する。上記、外周器の排気管を排気装置、およびガス導入装置などを備える真空装置に接続して、まず外周器全体を50℃に保持しながら内部を排気する。真空装置の上記排気管への接続部直近に配置した圧力計で測定した圧力が1.0⁻³Pa程度となったところで、上述したようなスクロールの方法によりパルスの印加を開始する。この時印加したパルスは、波高値10Vの矩形波パルス

21

で、パルス幅3msec、パルス間隔11msecであり、該パルス間隔に等しい、11msecおきに、上記配線切り替え器により、選択するグループを切り替えて、880msecですべてのグループにパルスずつ印加されるようにした。各X方向配線から見ると、パルス幅3msec、パルス間隔880msecのパルスが印加されることになる。パルス印加を開始した後5秒後に真空装置内にN:98%-H:2%の混合ガスを導入したところ、この直後にすべての素子に対するフォーミング処理が完了した。なお、同様に作成したものに対し、上記と同じパルス幅パルス間隔のパルスを同様のスクロールの方法で印加してフォーミング処理を試みたところ、フォーミング処理がうまく行われるためには④外置器の温度を室温(約20℃)としN:98%-H:2%の混合ガスの導入を行わなかった場合には、パルス波高値を20V程度、④N:98%-H:2%の混合ガスの導入は同様に温度より外置器の温度を室温とした場合には、パルスは高値を14V程度とすることが必要であった。これは、フォーミング処理中の、導電性膜の還元の進行速度に関連して減少ではないかと考えているが、どの温度に保持するのが好ましいかは、導電性膜の材質、それを構成する微粒子の形状、還元性ガスの種類と圧力などにより異なると考えられ、状況に応じて適当な温度に保持しながらフォーミング処理を行うようにするのが好ましい。フォーミング工程が終了したら、外置器内部を再度排気する。

【0088】工程-8:続いて、活性化処理を行う。外置器内にペンゾニトリルを導入する。圧力は真空装置の排気管付近の圧力計の測定値で 1.3×10^{-3} Pa程度となるように導入量を制御した。この状態で、X方向配線1本毎を順次スクロールする方法で、活性化処理のためのパルス印加を行った。パルス幅3msec、波高値14Vの矩形波パルスを用いた。

【0089】工程-9:活性化工程を終了した後、安定化工程を籍した。排気装置より外置器内を排気装置により外置器内を排気しながら外置器を20℃に10時間保持した。この時点で真空装置の圧力計の値は、 1.3×10^{-3} Paであった。

【0090】工程-10:外置器中に配置したゲッターを高周波加熱することにより、ゲッター処理を行い、改めて高周波を熱してこれを封じ切った。

【0091】上記のようにして形成した画像形成装置を画像表示用の駆動回路に接続し、高圧接続端子を介して上記メタルバックに5kVの電圧を印加して、画像を表示し、均一性の良い良好な画像を表示できることを確かめた。

【0092】実施形態8本実施形態は、以下の点を除き、実施形態7と同様の手順により行った。本実施形態の方法により作成した電子源は、実施形態7で作成したのより大型のもので、X方向配線は480本、Y方

22

向配線は2442本を有するものである。

【0093】フォーミング工程における、スクロールの方法は、実施形態7とは異なり、X方向配線80本おきに1本ずつ、6本の配線を選択して一つのグループを設定し、このグループに対して、実施形態7と同様の方法で電圧印加を行った。このようにした理由は、同時に選択する配線が実施形態7の場合の2倍となるため、連続する6本の配線に同時に電圧を加えると、温度上昇が大きくなり、何らかの悪影響が出ることを懸念されるためである。実際、本実施形態よりも小型の実験用の電子源について、連続する6本の配線を1グループとして処理した予備的な検討の結果では、一部の配線に接続された電子放出素子の放出特性(電子放出量)が若干低くなってしまう傾向が見られた。

【0094】上記の結果から、同時に選択する配線の数が多くなる場合には、連続した配線と同じグループに設定すると温度上昇による影響が大きくなるため、とびとびに選択した配線によりグループを設定した方が好ましいと考えられる。どの配線の数以上の場合はこのような傾向が顕著になるかは、導電性膜の材質や、還元ガスの種類や濃度、基板の温度などにより異なると考えられるため、どのようにX方向配線のグループを設定するかに関しては、前記の条件を勘案して適宜定めべきである。

【0095】本実施形態の方法により作成した画像形成装置も、実施形態7の場合と同様に良好な画像が表示されることが確認された。

【0096】

【発明の効果】以上説明した本発明によれば、フォーミング工程の処理時間を短縮することが出来る。又、本発明によれば、フォーミング時の発熱は、基板の一部に集中することがなく、基板上で均一にすることができ、また、本発明によれば、電子源が大型になった場合にも、還元性ガス中でフォーミング処理を施すことが可能となり、良好な特性の大型の電子源、およびそれを用いた画像形成装置を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の製造方法を実施するための装置の一例を示すブロック図である。

【図2】実施形態1の方法における、X方向配線の選択の仕方、フォーミング時の基板の温度分布を説明する図である。

【図3】実施形態1のフォーミング処理に用いる、パルス電圧を説明する模式図である。

【図4】実施形態1のフォーミング工程を説明するフローチャートである。

【図5】本発明の製造方法を実施するための装置の別の一例を示すブロック図である。

【図6】実施形態2の方法における、パルス電圧の印加

方法を説明するための模式図である。

【図7】実施形態3の活性化工程でのX方向配線のグループ化方法を示す図である。

【図8】画像形成装置の構成を説明するための模式図である。

【図9】実施形態3の方法におけるX方向配線の選択の仕方を説明する図である。

【図10】表面伝導型電子放出素子の構成を説明するための模式図、平面図である。

【図11】表面伝導型電子放出素子の構成を説明するための模式図、断面図である。

【図12】電子源の構成を説明するための模式図である。

【図13】実施形態で作成した電子源の一部上面模式図である。

【図14】蛍光体の配列形態を示す模式図である。

【図15】実施形態で作成した電子放出素子の作成プロセスを示す断面模式図である。

【図16】活性化工程で用いられる電圧波形を示す模式図である。

【図17】実施形態でのX方向配線のグループ化方法、およびフォーミング電圧の印加順序を説明するための図である。

【図18】実施形態で作成した電子源の作成プロセスを示す一部上面模式図である。

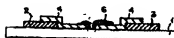
【図19】実施形態で作成した電子源の作成プロセスを示す一部上面模式図である。

【図20】課題を説明するための図である。

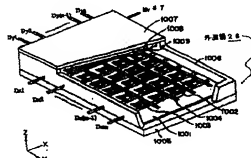
【符号の説明】

- 1 電子源
- 2 X方向配線
- 3 Y方向配線
- 4 配線切替器
- 5 フォーミング電圧発生器

【図11】



【図8】



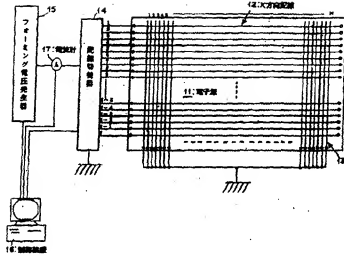
- 16 制御装置
- 17 電流計
- 18 電子放出素子
- 1001 基板
- 1002 表面伝導型電子放出素子
- 1003 X方向配線
- 1004 Y方向配線
- 1005 リアプレート
- 1006 側壁
- 1007 フェースプレート
- 1008 蛍光膜
- 1009 メタルバック
- 1010 黒色部材
- 1102, 1103 素子電極
- 1104 導電性膜
- 4102 X方向配線
- 4103 Y方向配線

【要約】

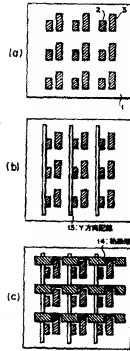
【課題】 多数のX方向配線を有する電子源の電子放出部を短時間でフォーミングするとともに、フォーミング時の基板の変形・破壊を防止する。

【解決手段】 Y方向配線13は共通のグラウンドに接続し、X方向配線12は配線切り替え器14に接続する。X方向配線はグループ化され、たとえば10本で一つのグループを構成し、グループ1はD×1、D×103、D×205、・・・、グループ2はD×2、D×104、D×206・・・等とする。D×1に1バース印加した後、D×103に1バース印加し、更にD×205に接続を切り替える。グループ1のすべての配線に1バースずつ印加した後、再びD×1に接続を切り替、同様の工程を繰り返す。このバース印加の繰り返しによって、グループ1のフォーミング処理が完了したら、グループ2についても同様の処理を行う、これを繰り返して、すべての電子放出素子のフォーミング処理を完了させる。

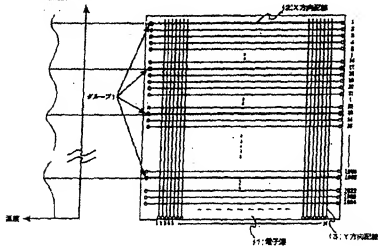
【図1】



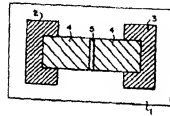
【図18】



【図2】



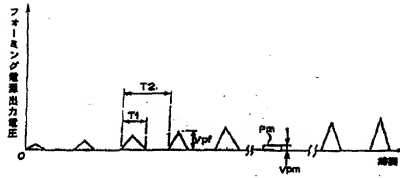
【図10】



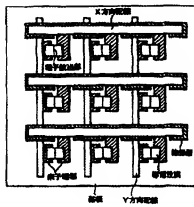
(14)

特許第3088102号

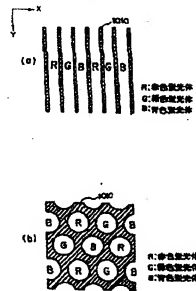
【図3】



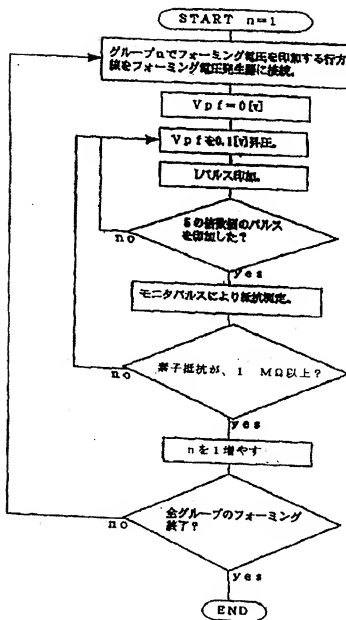
【図13】



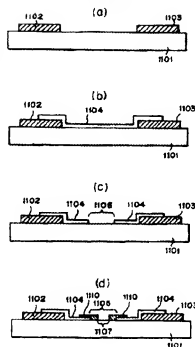
【図14】



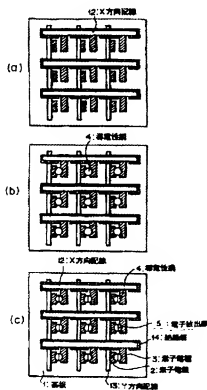
【図4】



【図15】



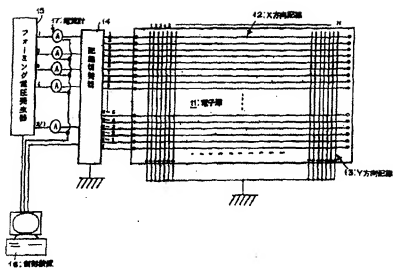
【図19】



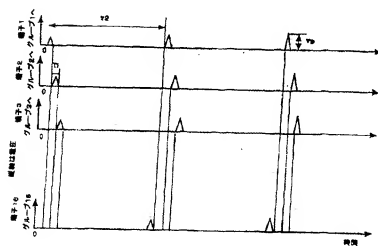
(16)

特許第 5085102 号

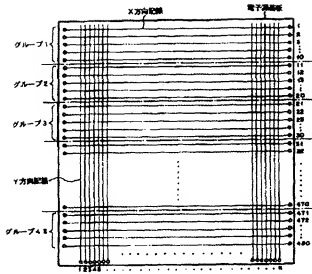
【図5】



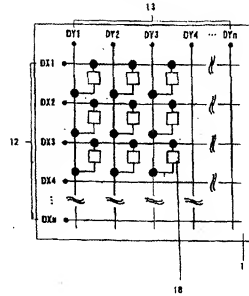
【図6】



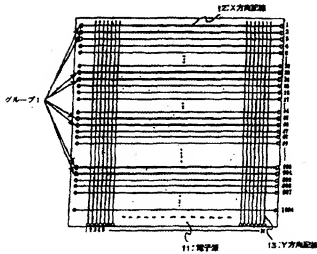
【図7】



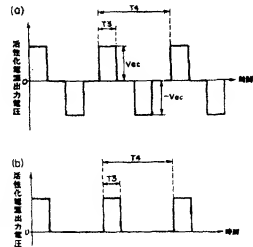
【図12】



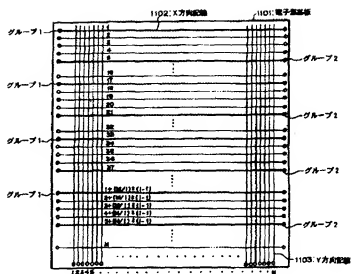
【図9】



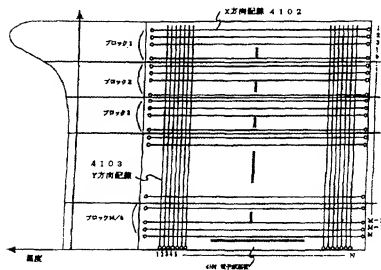
【図16】



【図17】



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 河出 一彦
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

(56)参考文献 特開 平7-176265(JP,A)
特開 平9-298029(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷:DB名)
H01J 9/02